



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO - UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Leandro Marcolino

**CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO EM
QUATRO ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO NO
INTERIOR DE SÃO PAULO**

Professor Dr. Rogério Luiz da Silva
Orientador

SEROPÉDICA - RJ
DEZEMBRO - 2010



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Leandro Marcolino

CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO EM QUATRO ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO NO INTERIOR DE SÃO PAULO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Professor Dr. Rogério Luiz da Silva
Orientador

Seropédica - RJ
Dezembro - 2010

CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO EM QUATRO ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO NO INTERIOR DE SÃO PAULO

Comissão Examinadora:

Monografia aprovada em 7 de dezembro de 2010.

Profº. Dr. Rogério Luiz da Silva
UFRRJ/IF/DS
Orientador

Profº. Dr. Jorge Mitiyo Maêda
UFRRJ/IF/DS
Membro

Profº. Dr. Paulo Sergio dos Santos Leles
UFRRJ/IF/DS
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu grande irmão,
Marcelo (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades que me foram dadas na vida, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por ter vivido fases difíceis, que foram matéria prima para o meu aprendizado.

Não posso deixar de agradecer aos meus pais Carlos dos Santos (*in memorian*) e Carmen Lucia, sem os quais não estaria aqui, e por terem me fornecido condições para me tornar o homem que sou hoje.

A minha avó Erondina, que desde pequeno me deu muitas lições para vida.

Agradeço em especial este trabalho aos meus tios Wanderlei e Sandra, pela constante presença em minha vida, e a crença de que sou capaz de ser um homem melhor a cada dia.

Ao meu orientador Rogério, pela paciência e atenção.

Aos professores da UFRRJ, que enriqueceram minha mente com seus conhecimentos.

Aos professores da comissão examinadora, Jorge Mitiyo Maêda e Paulo Sergio dos Santos Leles, que enriqueceram muito este trabalho com suas contribuições.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter me proporcionado conviver com pessoas de diferentes culturas, permitindo o meu amadurecimento intelectual e pessoal.

RESUMO

A escolha do espaçamento de plantio deve ser respaldada com o conhecimento do material genético, sendo de grande valia para silvicultura, pois ela pode influenciar as características de crescimento, alterar a forma da árvore, as características da madeira e os custos do povoamento. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito do espaçamento de plantio e os clones de *Eucalyptus* spp., com quatro anos de idade, estabelecido em um teste clonal com 4 espaçamentos (3 x 2m; 3 x 2,5m; 3 x 3,0m e 3 x 3,5m), na região de Mogi-Guaçu, SP. Os resultados demonstram que a característica de crescimento não sofreu influência do espaçamento em relação à altura; no entanto, para o diâmetro na altura do peito, volume individual e volume por hectare, o espaçamento interfere de forma positiva, apresentando um maior crescimento nos espaçamentos maiores.

Palavras chave: *Eucalyptus*; Clones.

ABSTRACT

The choice of planting space should be supported with knowledge of the genetic material, being of great value to forestry because it can influence the characteristics of growth, change the shape of the tree, the wood characteristics and costs of settlement. This study aims to evaluate the effect of plant spacing and the clones of *Eucalyptus* spp. with four years of age, set in a clonal test with 4 spacings (3 x 2m, 3 x 2.5 m, 3 x 3 m and 3 x 3.5 m) in the region of Mogi Guaçu, SP. The results show that the characteristic growth was not influenced by spacing in relation to height, however, for the diameter at breast height, individual volume and volume per hectare, the spacing interferes positively, showing a greater growth in larger distance.

Keywords: *Eucalyptus*; Clones.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	iX
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Eucalipto.....	2
2.2 Silvicultura Clonal.....	3
2.3 Teste Clonal.....	5
2.4 Espaçamento de Plantio.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Local.....	9
3.2. Clima.....	9
3.3. Solo	9
3.4. Material genético.....	9
3.5. Delineamento experimental.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4.1. Efeito do Espaçamento no Crescimento.....	11
4.2. Efeito do Espaçamento no Material Genético.....	17
5. CONCLUSÕES.....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Altura da árvore, em metros, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu, SP.....	11
Figura 2. Diâmetro a altura do peito, em centímetros, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.....	13
Figura 3. Volume por árvore, em metros cúbicos, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.....	14
Figura 4. Volume por hectare, em metros cúbicos por hectare, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.....	16
Figura 5. Volume por hectare de diferentes clones de eucalipto, nos espaçamentos de 3 x2m, 3x 2,5m, 3 x 3m e 3 x 3,5m, aos 4 anos de idade, região de Mogi-Guaçu,SP.....	21

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Altura da árvore, em metros, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.....	12
Tabela 2. Diâmetro a altura do peito, em centímetros, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.....	13
Tabela 3. Volume por árvore, em metros cúbicos, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.....	15
Tabela 4. Volume por hectare, em metros cúbicos por hectare, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.....	17
Tabela 5. Classificação dos materiais genéticos de Eucalipto em função do espaçamento, obtidos pelo aplicativo computacional SELEGEN-REML/BLUP (2002).....	19

1. INTRODUÇÃO

O Eucalipto, devido ao seu rápido crescimento, e a grande capacidade de adaptação as mais diversas condições edafoclimáticas, tem sido cultivado em diversas partes do globo. No Brasil o eucalipto teve forte aceitação devido aos incentivos do governo e sua maior viabilidade econômica em relação às outras culturas florestais plantadas no país, exercendo o papel fundamental na preservação das florestas nativas, aliviando a pressão sobre as mesmas, suprimindo a demanda de madeira para o setor florestal brasileiro.

O constante aumento da demanda pela madeira de Eucalipto trouxe a necessidade de se obter plantios mais homogêneos, livre de doenças e com ciclos de corte mais curtos, permitindo o aumento da produtividade dos povoamentos com a instalação de programas de melhoramento florestal.

O uso de técnicas de propagação vegetativa permitiu a aceleração da seleção nos povoamentos, avançando os programas de melhoramento permitindo, assim, o desenvolvimento de materiais genéticos de Eucalipto melhorado (clones). A utilização de materiais genéticos superiores de Eucalipto, difundindo tanto em empresas florestais quanto pequeno produtor rural. Isso possibilita maiores produtividades e uniformidade de crescimento, bem como melhor forma e qualidades tecnológicas da madeira, além de uma série de outras características desejáveis.

O espaçamento empregado no plantio é uma decisão complexa e importante para o produtor, sendo muito mais difícil de manejar esta variável depois do estabelecimento da floresta. Além disso, o espaçamento influencia outras características de forma significativa, como o crescimento, a produção de volume, a idade de corte e as práticas silviculturais, que através do espaçamento, poderão se definir a destinação final da madeira, a forma da árvore, as características da madeira, o manejo e o custo do povoamento, sendo determinante para redução dos custos.

A escolha do espaçamento ideal para o material genético permite o melhor planejamento do uso da área de plantio, proporcionando a melhor expressão das características genotípicas e reduzindo a interferência do ambiental nos materiais genéticos.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos do espaçamento de plantios sobre diferentes características e materiais genéticos de *Eucalyptus* spp., estabelecido em um teste clonal, aos quatro anos de idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Eucalipto

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae e possui como centro de origem a Austrália e regiões próximas como Timor, Indonésia, Papua Nova Guiné, Molucas, Irian Jaya e sul das Filipinas, em uma faixa compreendida entre latitudes 9° N e 44° S (ELDRIDGE et al., 1993). Apresenta uma ampla plasticidade e dispersão mundial, crescendo satisfatoriamente em diferentes situações edafoclimáticas, extrapolando àquelas das regiões de origem (SANTOS et al., 2001).

Existem cerca de 500 a 700 espécies de eucalipto descritas, além de muitas subespécies e alguns híbridos naturais (BERTOLUCCI et al., 1995).

No Brasil o eucalipto tem sido extensivamente utilizado em plantios florestais, por diversas razões como: pela grande plasticidade do gênero devido à diversidade de espécie adaptadas a diferentes condições de clima e solo; pela elevada produção de sementes e facilidade de propagação vegetativa, pelas características silviculturais desejáveis como rápido crescimento, produtividade e boa forma do fuste; em função do melhoramento genético e ao manejo, e pela adequação aos mais diferentes usos industriais com ampla aceitação no mercado (MORA e GARCIA, 2000; SILVA, 2005).

Segundo ABRAF (2009), a área de florestas plantadas com eucalipto no Brasil em 2009 foi de 4516 ha representando um crescimento de 4,4 % em relação ao ano de 2008.

A expansão dos plantios com eucalipto no Brasil pode ser associada ao avanço nas técnicas de propagação vegetativa, que tem o emprego da clonagem em vez dos métodos sexuados de produção de mudas que permitiram a transferência da variância genética total, resultando na obtenção de ganhos máximos, sejam de produtividade volumétrica, sejam relacionados às propriedades tecnológicas da madeira ou resistência a fatores bióticos e abióticos.

A clonagem possibilitou ainda, a produção de matéria-prima mais uniforme do ponto de vista industrial, representando significativos benefícios tanto na maximização dos custos do processo industrial, quanto na qualidade dos produtos. Dessa forma, técnicas de clonagem ganharam destaque e milhares de árvores são selecionadas nas populações existentes sendo propagadas vegetativamente para serem incluídos nos jardins clonais, testes clonais e plantios comerciais clonais (ODA et al., 2007).

2.2. Silvicultura Clonal

A silvicultura clonal de Eucalipto por meio da seleção e propagação vegetativa de genótipos selecionados tem permitido o estabelecimento de florestas clonais, proporcionando maior uniformidade da matéria-prima florestal, melhor adaptação dos clones aos diferentes ambientes de plantio, maior produção de madeira por unidade de área, racionalização das atividades operacionais e redução na idade de corte (CAMPINHOS Jr. e IKEMORI, 1987; FERREIRA, 1992; REZENDE et al., 1994; SILVA, 2001; XAVIER, 2003).

Segundo Ferreira (1997), a utilização da propagação vegetativa na silvicultura se justifica para genótipos de alta produtividade e qualidade que produzam sementes em quantidades insuficientes para manter um programa de melhoramento ou plantios comerciais, sementes de difícil armazenamento, com baixo poder germinativo, ou híbridos estéreis. Este método de propagação também permite a multiplicação de genótipos superiores que muitas vezes são obtidos em programa de hibridação.

A heterose ou vigor híbrido manifesta-se em função do cruzamento entre dessemelhantes, onde os descendentes são transgressivos em relação à média dos parentais (BREWBAKER, 1969). A hibridação entre espécies distintas e posterior seleção clonal de indivíduos híbridos superiores nas progênes tem sido uma prática corriqueira no melhoramento genético do eucalipto no Brasil (ASSIS, 1986; MARTINS & IKEMORI, 1987). Além disto, o desenvolvimento das técnicas de estaquia permite o emprego desses híbridos superiores na silvicultura clonal.

A estaquia é uma técnica que consiste em promover o enraizamento das partes da planta, podendo ser ramos, raízes, folhas. Sendo uma técnica de grande viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais de *Eucalyptus* spp. (PAIVA e GOMES, 1995).

Outra possibilidade é a micropropagação vegetal esta técnica consiste basicamente no cultivo *in vitro*, sob condições assépticas e controladas, de propágulos vegetativos denominados de explantes, o qual na presença de reguladores de crescimento e meio nutritivo adequado, é induzido a produzir novas gemas que serão então multiplicadas nestas mesmas condições a cada novo ciclo de cultivo (HARTMANN et al., 1990).

Na microestaquia, segundo Xavier e Comércio (1996), as mudas de Eucalipto são produzidas pelos seguintes procedimentos:

- a) As pastes aéreas são alongadas “*in vitro*” (laboratório de micropropagação), são enraizadas em casa de vegetação (permanência de 15 dias), aclimatadas em casa de sombra (permanência de dez dias) e aos 20 dias, em pleno sol, faz-se a primeira coleta de microestacas (ápices das mudas de 3 a 5 cm de tamanho);
- b) Estas microestacas coletadas são enraizadas em casa de vegetação segundo o processo normal de formação de mudas micropropagadas (15 dias em casa de vegetação, 10 dias em casa de sombra, 50 a 60 dias em pleno sol);
- c) A parte basal da muda podada (microcepa) após 15 a 20 dias emite novas brotações que serão novamente coletadas, formando um jardim microclonal para fornecimento de microestacas em intervalos regulares de coleta.

A macroestaquia vem sendo substituída gradualmente pela miniestaquia, que segundo Assis (1996), consiste na idéia do enraizamento sucessivo do ápice de brotações de estacas enraizadas, promovendo seu rejuvenescimento e, conseqüentemente, melhorando seu potencial de enraizamento.

No entanto, para que a silvicultura clonal proporcione os ganhos potenciais é imprescindível um processo de seleção clonal eficiente. A avaliação clonal incide na instalação de testes clonais, os quais deverão ser implantados em condições ambientais que representem à variação dos ambientes de plantio, os quais podem ser implantados de diferentes formas, de acordo com a estratégia de avaliação (FLAMPTON e FOSTER 1993; XAVIER et al. 2009).

2.3. Teste Clonal

O teste clonal consiste no estabelecimento de experimentos para confirmação ou comparação de clones de árvores selecionadas em condições de campo, instalados segundo um delineamento experimental, em locais representativos para indicação do desempenho do futuro plantio, com os clones selecionados (FLAMPTON e FOSTER, 1993).

A finalidade desse teste é confrontar os tipos de propágulos, avaliar o desempenho clonal, conhecer as interações “clone x ambiente”, avaliar os parâmetros genéticos, avaliar o efeito “C” (efeito-clonagem) e evidenciar o “desempenho” da futura floresta clonal a ser formada (XAVIER et al; 2009). No entanto, o teste clonal, não garante o comportamento esperado, passando por discrepância devido aos problemas associados com a propagação vegetativa e ao grau de variação ambiental, no local onde o teste é realizado (FLAMPTON e FOSTER, 1993).

Para garantir a confiabilidade das informações do teste clonal, é adotado um delineamento experimental por meio do número de repetições, tamanho e forma das parcelas em função dos objetivos a serem alcançados na experimentação que irão garantir a precisão do teste clonal (XAVIER et al; 2009).

Na determinação da melhor parcela experimental, além da precisão estatística, outros fatores importantes devem ser considerados, como número de tratamento, número de repetições, o uso de bordadura, tipo da cultura, nível de tecnologia empregado e disponibilidade de recursos financeiros (VALLEJO e MENDOZA, 1992; VIANA, 1999), o tamanho e a forma das parcelas não podem ser generalizados, pois variam com o solo, respondendo de acordo com as condições climáticas e a cultura.

Segundo Oliveira e Estefanel (1995), os pesquisadores, muitas vezes, adotam delineamentos experimentais empiricamente, usando tamanhos práticos no sentido da condução do experimento, da área disponível ou de sua experiência. Além disto, os testes clonais também podem ser utilizados para a definição do espaçamento de plantio mais indicado para cada clone.

2.4. Espaçamento de Plantio

De acordo com Scolforo (1997), um dos pontos do planejamento de implantação de uma floresta é a definição do espaçamento. O espaçamento é determinado em função do "site", da espécie, e possivelmente da qualidade genética do material reprodutivo a ser utilizado, tendo influência sobre as características de crescimento que controla a produção em volume, a idade de corte e as práticas silviculturais a serem aplicadas nos povoamentos; (SILVA, 1984). Segundo Patiño-Valera (1986), o espaçamento ótimo é aquele capaz de fornecer o maior volume do produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis, sendo função do sitio, da espécie e do potencial do material genético utilizado.

Balloni e Simões (1980) relatam que a escolha do espaçamento de plantio na maioria dos planejamentos florestais tem se fundamentado simplesmente no uso final da madeira, ignorando-se os fatores ecológicos ou silviculturais de suma importância, como a competição por luz, umidade e nutrientes, sendo influenciados pela quantidade de troncos por unidade de área. No tocante à qualidade da madeira, o espaçamento influi nos seguintes aspectos: tamanho dos nós, retidão do tronco, conicidade e densidade básica. (SCOLFORO, 1997).

Poncer (1983) assegura que o espaçamento tem um efeito expressivo na qualidade da árvore e volumes produzidos. Segundo Simões (1988), o espaçamento proporciona implicações silviculturais, influenciando as taxas de crescimento das plantas, a idade de corte, as práticas de exploração e manejo e por imediato, os custos de produção.

Clutter et al. (1983) explicam sobre a importância da densidade de um povoamento concluindo que, dentro de certos limites, uma maior quantidade de espaço disponível para cada árvore propiciará um crescimento mais rápido da mesma.

De acordo com Cardoso (1989), povoamentos muito densos tendem naturalmente a apresentar árvores de diâmetro menor se comparados com árvores de povoamentos pouco denso, onde a concorrência por espaço é menor e o crescimento em diâmetro é mais acentuado.

A densidade de árvores por unidade de área no povoamento florestal tem influência no plantio e ao longo do ciclo da floresta, influenciando no crescimento individual das plantas como no crescimento conjunto. A densidade determinada pela distância entrelinhas e entre

plantas é uma variável de grande interesse devido à introdução de espécies, procedências e clones novos e a expansão de novos projetos em sítios distintos (STAPE, 1995).

Estudos com *Eucalyptus grandis* no sul da Flórida realizado por Meskimen e Franklin (1978) revelaram que o volume de árvores comercializáveis (DAP 10 cm) foi quase o mesmo nos espaçamentos de 1,2 x 2,4m; 2,4 x 2,4m; 3,6 x 2,4m e 4,8 x 2,4m, em plantações com 7,4 anos de idade, entretanto o volume total com todas as árvores foi 1,7 vezes maior no espaçamento mais fechado, do que nos dois espaçamentos mais amplos. Os mesmos autores relatam ainda que a altura das árvores fosse afetada apreciavelmente pelos espaçamentos estudados.

Os plantios com menor espaçamento atingem a capacidade de sitio mais rapidamente, com a diminuição das dimensões dos produtos obtidos (ASSMANN, 1970).

Porém, as diferenças iniciais de produção tornam-se cada vez menores com a idade se anulando, quando as árvores mais espaçadas utilizam completamente os recursos naturais disponíveis, resultando numa produção equivalente por hectare em todos os espaçamentos (BERGER et al. 2002).

As condições macroambientais têm recebido maior atenção quando da seleção de espécies para reflorestamento, principalmente no que se refere ao clima (GOLFARI, 1975; EMBRAPA, 1986, MARTINS et al, 1992). No entanto, as condições microambientais controlam, mais estreitamente, os processos fisiológicos, que determinam à produtividade máxima desejada (LARCHER, 1980; KOZLOWSKI et al, 1991), sendo estas condições muito afetadas pela competição entre plantas.

De acordo com Radosevich e Osteryoung (1987) a limitação de um determinado recurso depende da indisponibilidade, suprimento inadequado ou consumo pelas plantas vizinhas. A competição intraespecífica é muito intensa e considerando que extensas áreas têm sido reflorestadas com material genético bastante uniforme, é importante analisar a dinâmica desses povoamentos e a sua relação com o uso de nutrientes, água e luz.

Segundo Perry (1985), para se definir a estrutura ideal de uma cultura, é preciso entender os requerimentos fisiológicos e a potencialidade genética da planta, bem como a natureza da interação entre os indivíduos. Assim é muito importante que os problemas existentes em um povoamento sejam identificados o mais cedo possível para evitar perdas por mortalidade ou redução no crescimento (TAPPEINEIR II e WAGNER, 1987).

Para a regulação da densidade de árvores na área e do grau de competição, o desbaste é empregado, pois permite ampliar o espaço vital e, com isso, obter um maior crescimento em diâmetro das árvores remanescentes, permitindo que o terreno seja ocupado por árvores de melhor qualidade e sanidade (SCHULTZ, 1969).

De acordo com Ford (1984), quando considera a produção de madeira, leva-se em consideração a obtenção do máximo crescimento individual, obtendo-se também produção máxima por unidade de área e elevada qualidade de madeira. Assim, árvores crescendo sob densidades populacionais elevadas atingem o nível de estresse causado pelos seus vizinhos mais cedo do que quando sob densidades baixas, reduzindo seu tamanho (RADOSEVICH e OSTERYOUNG, 1987). Com o tempo, há uma tendência de se ter a produção máxima por unidade de área similar para todas as densidades populacionais o que corresponde à lei da produção final constante (RADOSEVICH e OSTERYOUNG, 1987). A diferença reside no fato de que para cada densidade populacional, a produção máxima será atingida em idades distintas, implicando o uso de rotações diferenciadas (REIS e REIS, 1993). Podem, também, ocorrer mudanças na qualidade do produto (FORD, 1984).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi instalado em 9 de março de 1993 na região de Mogi-Guaçu no estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas são 22°23'S e 47°58'W e altitude de 660m.

3.2. Clima

O clima da região é do tipo CWA, segundo a classificação de Köppen, sendo caracterizado como um clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. A temperatura média anual é de 19,8°C e a precipitação média anual é de 1336 mm, apresentando um déficit hídrico médio anual de 7 mm.

3.3. Solo

De acordo com Vieira (1996), o solo da área experimental é classificado como latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), Álico a moderado, de textura média, relevo suavemente ondulado.

3.4. Material genético

Foram avaliados treze clones, dez clones híbridos de *E.grandis* x *E.urophylla*, um clone de *E.grandis* e dois clones de *E.urophylla*, testados e recomendados para as condições edafoclimáticas do ensaio.

3.5. Delineamento experimental

O teste foi estabelecido segundo o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas de 25 plantas.

As plantas tiveram a altura total (Ht) e o diâmetro à altura do peito (dap) determinada aos 4 anos de idade. Para as análises também foi considerado o volume individual e o volume por hectare (V/ha), sendo obtido por:

$$V_i = \frac{\pi(\text{dap})^2 \text{Ht} \cdot \text{ff}}{40000}$$

em que;

V_i = volume individual do tronco, m³;
Ht = altura total, m;
dap = diâmetro a 1,3 m;
ff = fator de forma (0,55).

$$V/\text{ha} = \frac{\sum V_i \cdot n_1}{n_2}$$

em que;

V/ha = volume em m³ por hectare;
 V_i = volume individual em m³;
 n_1 = número de árvores por hectare;
 n_2 = número de árvores da parcela.

Determinaram-se os melhores clones pelo aplicativo computacional SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2002), considerando o efeito dos espaçamentos no volume por hectare de cada material genético.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito do espaçamento no crescimento

Considerando-se o crescimento em altura aos quatro anos de idade (Figura 1), percebem-se que não houve grande alteração na altura média das árvores nos espaçamentos testados, estes resultados estão de acordo com os relatados por Meskimen e Franklin (1978) estudando *E grandis* no sul da Florida. Os autores relatam que altura das árvores não foi afetada pelos espaçamentos analisados (1,2 x 2,4m; 2,4 x 2,4; 3,6 x 2,4m e 4,8 x 2,4m) aos 7,4 anos de idade. Fishwick (1976) ressaltou o fato de que, em sítios de boa qualidade, o espaçamento tem pouca influência sobre as alturas médias, ainda que muitas pesquisas indiquem leves aumentos em altura, com espaçamentos crescentes.

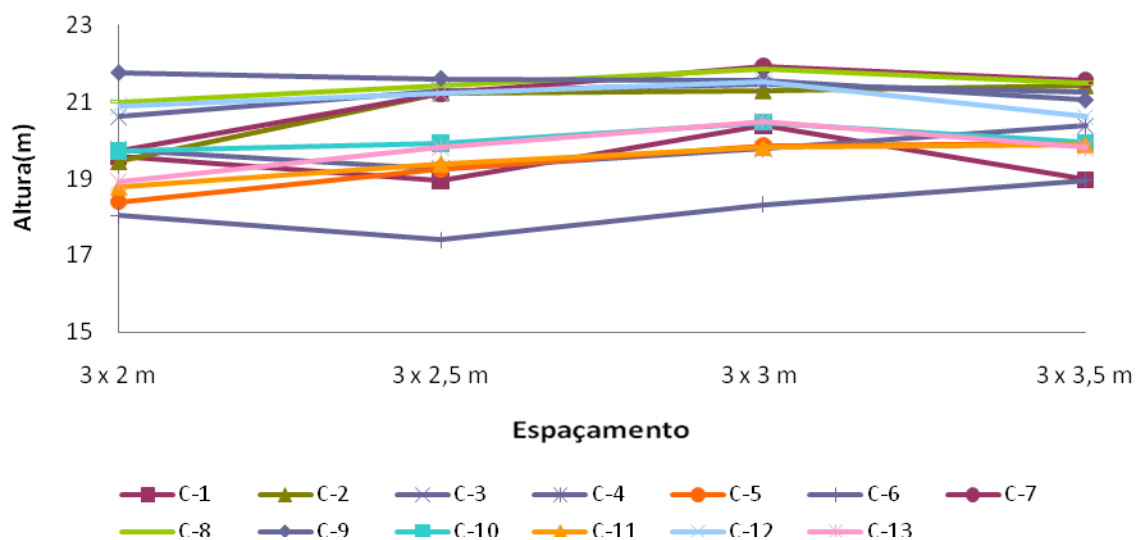


Figura 1 – Altura da árvore, em metros, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu, SP.

Tabela 1 – Altura da árvore, em metros, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.

Clones	Espaçamento de plantio (m)			
	3 x 2	3 x 2,5	3 x 3	3 x 3,5
C-1	19,565	18,94	20,386	18,97
C-2	19,435	21,22	21,28	21,415
C-3	20,6	21,285	21,435	21,25
C-4	19,74	19,245	19,765	20,365
C-5	18,39	19,245	19,85	19,905
C-6	18,04	17,4	18,325	18,955
C-7	19,715	21,205	21,915	21,555
C-8	20,99	21,42513	21,835	21,485
C-9	21,74	21,59	21,56	21,03
C-10	19,715	19,915	20,46	19,935
C-11	18,785	19,395	19,82	19,895
C-12	20,875	21,215	21,525	20,6
C-13	18,905	19,8	20,495	19,82

Na Figura 2 são apresentados os resultados encontrados para o diâmetro à altura do peito (DAP) nos espaçamentos estudados. Foi observado aumento do diâmetro nos espaçamentos mais amplos, independente do material genético analisado.

Segundo Cardoso (1989), povoamentos muito densos tendem naturalmente a apresentar árvores de diâmetro menor, se comparados com árvores de povoamentos mais amplos, onde a concorrência por espaço é menor e o crescimento em diâmetro é mais acentuado.

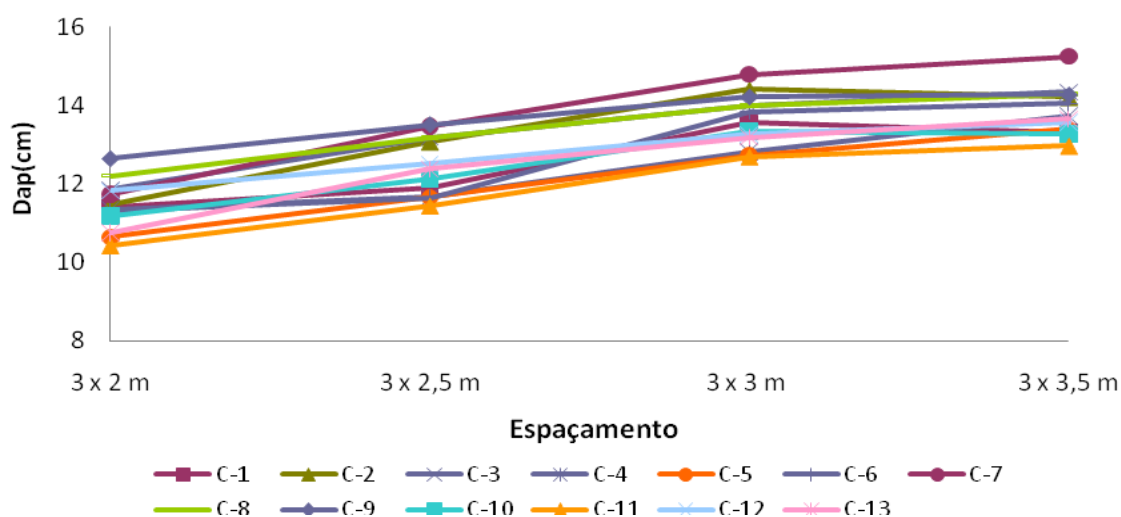


Figura 2—Diâmetro a altura do peito, em centímetros, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.

Tabela 2—Diâmetro a altura do peito, em centímetros, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.

Clones	Espaçamento de plantio (m)			
	3 x 2	3 x 2,5	3 x 3	3 x 3,5
C-1	11,42	11,91	13,555	13,31
C-2	11,465	13,07	14,41	14,215
C-3	11,85	13,185	14,005	14,34
C-4	11,335	11,655	12,815	13,725
C-5	10,645	11,655	12,71	13,395
C-6	11,315	11,64	13,84	14,05
C-7	11,74	13,465	14,79	15,25
C-8	12,205	13,17	14,005	14,295
C-9	12,635	13,515	14,23	14,28
C-10	11,185	12,13	13,345	13,275
C-11	10,41	11,435	12,7	12,97
C-12	11,82	12,51	13,265	13,575
C-13	10,75	12,376	13,185	13,655

O volume individual médio (Figura 3) apresentou comportamento semelhante ao diâmetro, ou seja, espaçamentos mais amplos corresponderam em volumes individuais médios maiores. Isto pode ser explicado pelo fato do DAP ter influência direta no cálculo do volume individual das árvores, mas também pode ser um indicativo na melhora no rendimento de madeira para serraria e no aumento da densidade da madeira. Berhonet e Carela (1973) constataram que espaçamentos mais amplos (6 x 6m) triplicou o rendimento de madeira serrada, em relação ao mais denso (2 x 2m). Segundo Berger et al (2000), em espaçamento maior aumenta significativamente a densidade básica da madeira em um clone de *E. saligna*, aos 10 anos de idade, cultivada sob diferentes espaçamentos.

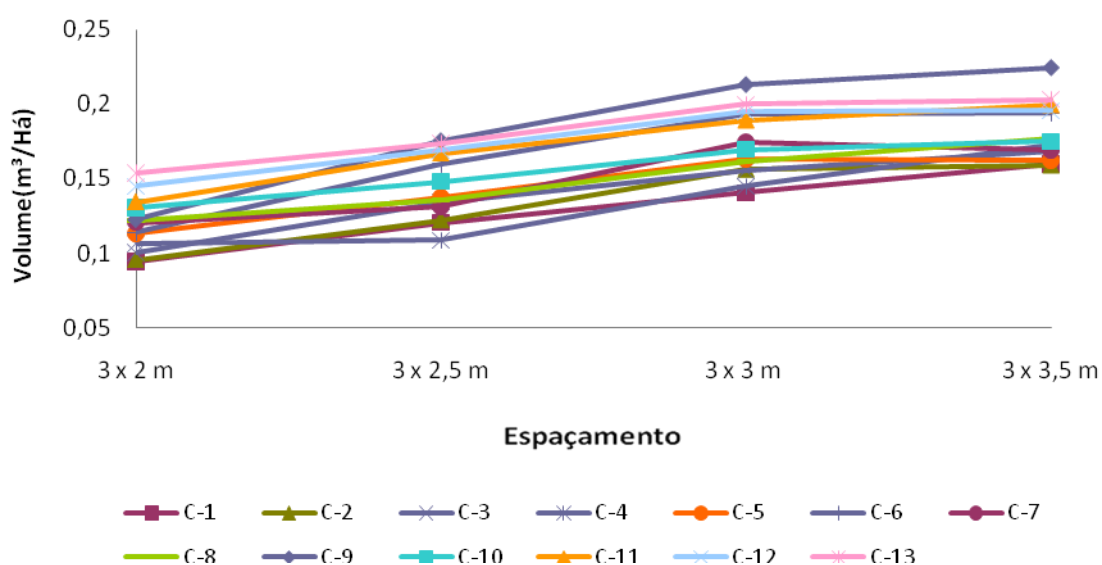


Figura 3 – Volume por árvore, em metros cúbicos, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.

Tabela 3 – Volume por árvore, em metros cúbicos, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.

Clones	Espaçamento de plantio (m)			
	3 x 2	3 x 2,5	3 x 3	3 x 3,5
C-1	0,094163	0,120402	0,140478	0,159907
C-2	0,095466	0,122162	0,156135	0,158796
C-3	0,100132	0,134246	0,15562	0,167962
C-4	0,10622	0,108573	0,144715	0,172895
C-5	0,113151	0,137311	0,163068	0,162406
C-6	0,113889	0,159785	0,193332	0,193976
C-7	0,120481	0,131156	0,174211	0,169308
C-8	0,121754	0,135669	0,161828	0,176666
C-9	0,122722	0,175615	0,213344	0,224738
C-10	0,130374	0,148034	0,169467	0,17489
C-11	0,134229	0,167004	0,189119	0,199244
C-12	0,144863	0,16901	0,194623	0,195528
C-13	0,153917	0,173333	0,199816	0,203171

O ganho relatado para volume individual com a ampliação do espaçamento (Figura 3) não foi observado quando se analisa o volume por hectare (Figura 4). Observa-se um comportamento inverso, ou seja, à medida que se aumenta o espaçamento, o volume por hectare reduz. Este fato pode ser atribuído ao maior número de árvores nos espaçamentos menores, com 1666 árvores/ha, enquanto no espaçamento maior tiveram 952 árvores/ha. Vários autores como Meskimen e Franklin (1978) e Balloni e Simões (1980), verificaram generalizadamente que em espaçamentos com maior número de árvores por hectare, o volume médio por hectare foi maior do que aquele produzido nos espaçamentos mais amplos.

Vale ressaltar que o volume por hectare tende a aumentar nos espaçamentos mais amplos com a elevação da idade do povoamento florestal, em virtude do estabelecimento de uma maior competição nos espaçamentos mais adensados.

Os plantios com menor espaçamento atingem a capacidade de sitio mais rapidamente, com a diminuição das dimensões dos produtos obtidos (ASSMANN, 1970). Porém, as diferenças iniciais de produção tornam-se cada vez menores com a idade, anulando-se quando as árvores mais espaçadas utilizam completamente os recursos naturais disponíveis,

resultando numa produção equivalente por hectare em todos os espaçamentos (BERGER et al. 2002).

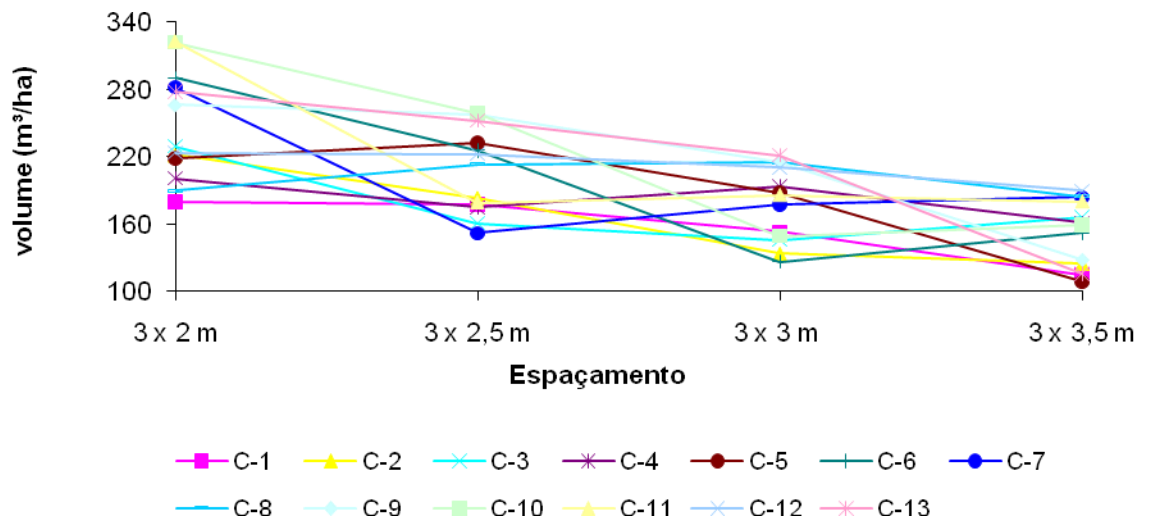


Figura 4 – Volume por hectare, em metros cúbicos por hectare, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu, SP.

Tabela 4–Volume por hectare, em metros cúbicos por hectare, de diferentes clones de Eucalipto, implantados em quatro espaçamentos, aos 4 anos de idade, na região de Mogi-Guaçu,SP.

Clones	Espaçamento de plantio (m)			
	3 x 2	3 x 2,5	3 x 3	3 x 3,5
C-1	179,61	177,25	152,93	114,70
C-2	221,53	183,48	133,85	124,86
C-3	229,32	160,60	145,71	165,85
C-4	200,72	174,83	193,55	161,18
C-5	218,51	232,22	188,10	108,42
C-6	290,24	225,69	126,53	152,12
C-7	282,07	151,81	177,52	184,05
C-8	189,74	212,99	214,79	184,66
C-9	266,20	257,71	215,51	127,79
C-10	322,09	258,57	149,13	158,99
C-11	323,16	178,93	185,54	180,04
C-12	223,63	222,62	210,11	189,68
C-13	278,23	252,10	221,36	115,91

4.2. Efeito do espaçamento no material genético

Sabe-se que na escolha do espaçamento de plantio, na maioria dos planejamentos florestais, deve-se considerar o material genético que será utilizado no estabelecimento da floresta. Deste modo, o espaçamento é determinado dentre outras características em função da qualidade/potencial genético do material a ser utilizado no plantio (SILVA, 1984; PATINO-VALERA, 1986). No tabela 5 é apresentada a classificação dos clones de Eucalipto, em função do volume por hectare, obtido nos diferentes espaçamentos em que as plantas foram cultivadas.

De forma geral, observa-se no Tabela 5 que não houve grande mudança nos melhores materiais (primeiros), havendo uma predominância do clone 7 nos espaçamentos mais amplos e os clones 9 e 8 nos espaçamentos mais adensados. Na parte inferior da tabela observa-se que os clones com menor incremento em volume por hectare foram os clones C-5, C-6 e C-11,

apresentando variações no rendimento em função do espaçamento. Uma análise mais detalhada pode ser mais bem estudada na Figura 5f, 5g, 5m, onde observamos o comportamento dos clones frente aos tratamentos, indicando o melhor espaçamento para estes clones. O clone C-5 apresentou um crescimento em volume superior nos espaçamentos de 7,5m² a 9m², sendo indicados para clone C-5 espaçamentos dentro desta faixa. O clone 8 (Figura 5h) também apresentou este comportamento entre os espaçamentos de 7,5 a 9,0 m², mesmo este clone tendo ficado entre os três melhores materiais genéticos do teste clonal (Tabela 5). Em ambos os casos o espaçamentos mais denso, aumentaria o custo de implantação devido ao maior número de plantas por hectare e não proporcionaria o retorno empregado em volume por hectare, como relatado por Meskimen e Franklin (1978) e Balloni e Simões (1980).

Os clones C-6 e C-11 apresentaram o mesmo comportamento (Figura 5f e 5L), tendo o crescimento em volume superior no espaçamento de 10,5 m².

Tabela 5 – Classificação dos materiais genéticos de Eucalipto em função do espaçamento, obtidos pelo aplicativo computacional SELEGEN-REML/BLUP (2002).

Ordem	Densidade de área útil				Geral
	6(3x2)	7,5(3x2, 5)	9(3x3)	10,5(3x3, 5)	
1°	C-9	C-7	C-7	C-7	C-9
2°	C-8	C-9	C-9	C-9	C-7
3°	C-3	C-8	C-8	C-3	C-8
4°	C-12	C-3	C-2	C-8	C-3
5°	C-7	C-2	C-3	C-2	C-2
6°	C-4	C-12	C-1	C-4	C-12
7°	C-1	C-10	C-12	C-12	C-4
8°	C-2	C-4	C-10	C-6	C-1
9°	C-10	C-13	C-4	C-1	C-10
10°	C-6	C-1	C-11	C-13	C-13
11°	C-13	C-11	C-13	C-10	C-6
12°	C-11	C-5	C-6	C-5	C-11
13°	C-5	C-6	C-5	C-11	C-5

Os comportamentos do Clone 1 (Figura 5a), Clone 9 (Figura 5i), Clone 12 (Figura 5m) e Clone 13 (Figura 5n) foram semelhantes.

Todos estes clones apresentaram o maior incremento volumétrico por hectare entre os espaçamentos 6 a 7,5m², não se justificando a ampliação da área para estes clones. Vale ressaltar que estes clones ficaram bem distribuídos na classificação dos materiais genéticos (Tabela 5).

Os demais clones (Figura 5c, 5d, 5e, 5g, 5h, 5l, 5m) apresentam a mesma tendência de queda no volume com aumento área disponível para cada árvore. Portanto, a melhor resposta para estes clones foi o espaçamento de 6m² (3x 2m), principalmente devido o maior número de árvores por hectare nesta condição, como discutido anteriormente no item 4.1.; no entanto, pode-se dividir estes clones em dois grupos, em função da curva de tendência.

O primeiro grupo representado pelos clones 2, 4 e 10 são materiais que crescem melhor em espaçamentos mais denso, aumentando os custos de implantação, e reduzindo os

custos de manutenção do povoamento, produzindo madeira com menor diâmetro indicada para produção de celulose e energia.

Pode-se dizer que estes clones são adaptados a povoamentos muito densos, com elevada competição. Apesar de o segundo grupo formado pelos clones 3, 6, 7 e 11 apresentar maior crescimento volumétrico no espaçamento de 6 m² (3 x 2m) estes clones apresentam tendência de aumentar o crescimento nos espaçamentos mais amplos, o que pode se confirmar com o incremento da idade e da competição entre árvores.

Neste caso o comportamento apresentado pode ser um indicativo que estes clones crescem melhor em espaçamentos mais amplos, reduzindo os custos de implantação, e elevando os custos de manutenção do povoamento, produzindo madeira com maior diâmetro, sendo interessante para serraria.

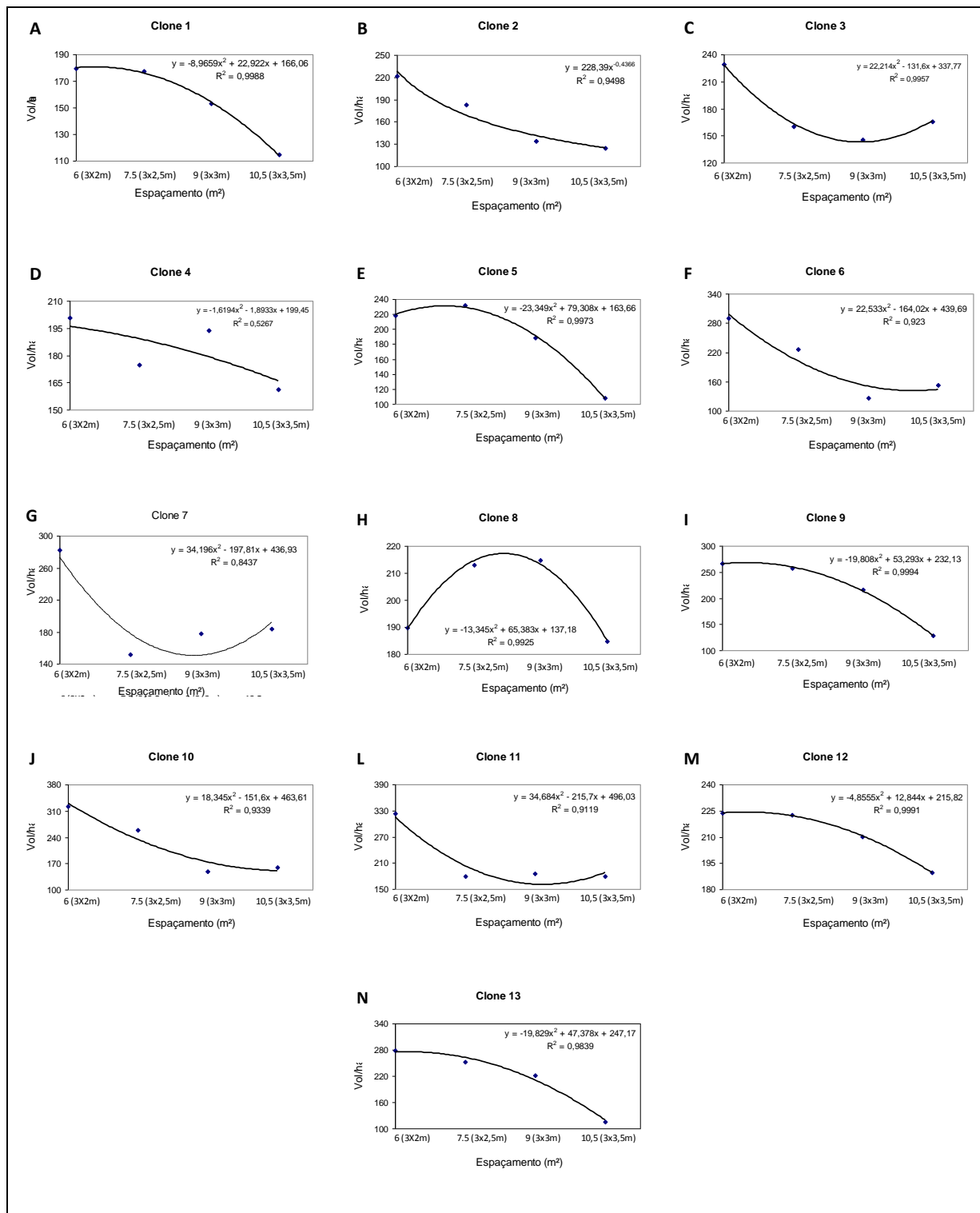


Figura 5–Volume por hectare de diferentes clones de eucalipto, nos espaçamentos de 3 x 2m, 3x 2,5m, 3 x 3m e 3 x 3,5m, aos 4 anos de idade, região de Mogi-Guaçu,SP.

5. CONCLUSÕES

Para as condições que foram realizadas o estudo e para idade analisada de 4 anos após o plantio, conclui-se que:

- Analisando o DAP e o volume individual o melhor espaçamento é o mais amplo (10,5m²). Considerando o volume por hectare, o melhor espaçamento é o mais adensado (6m²), em virtude do maior número de plantas por hectare;
- Os materiais genéticos sofrem diretamente o efeito do espaçamento utilizado no plantio, considerando o incremento em volume por hectare. No entanto, a influência do espaçamento não está correlacionada com a classificação (desempenho) do material genético, no teste clonal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – **Anuário estatístico da ABRAF 2009**. Acesso em 08 de nov. de 2010. disponível em <http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>
- ASSMANN, E. **Principles of forest yield study**. New York: Pergamon Press, 1970. 506p
- ASSIS, F.T. Cultura do eucalipto; melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v 141. p. 36-46, 1986.
- ASSIS, T. F. Melhoramento genético do Eucalipto. **Informe Agropecuário**, v.18, n. 185. p. 32-21, 1996.
- BALLONI, E.A.; SIMOES, J.W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, 1(3): 1-16, 1980.
- BERGER, R.; da et al. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna smith*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 75-87, 2002.
- BERTOLUCCI, F.; REZENDE, G.; PENCHEL, R. Produção e utilização de híbridos de eucalipto. **Silvicultura**, v.51, p.12-16, 1995
- BREWBAKER, J.L. Genética na agricultura, **Polígono**, São Paulo, 217p. 1969
- CAMPINHOS JR, E.; IKEMORI, J. K. Clonagem de *Eucalyptus* spp. na ARACRUZ FLORESTAL S/A. problemática da produção de mudas em essências florestais. **IPEF**, v. 4, n. 13, p. 6-11, 1987.
- CARDOSO, J. A. Bracatinga. **Brasil Madeira**, Curitiba, v. 3, n. 33, p. 1-10, 1989.
- CLUTTER, J. L.; et al. **Timber managent: a quantitave approach**. New York: John Wiley e Sons, 383 p. 1983.
- EMBRAPA, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE FLORESTAS, Curitiba. Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado do Paraná. **Departamento de difusão de tecnologia**, Brasília, 89p.1986
- ELDRIDGE, K.; et al. Eucalypt domestication and breeding. **Oxford University Press**, New York, 288 p, 1993.
- FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, v. 45, p. 22-30, 1992.
- FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético do eucalyptus no Brasil: breve histórico e pespectivas. In: **IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT EUCALYPTS = CONFERENCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTO**, 1997, Salvador. Proceedings...= Anais...Colombo: EMBRAPA-CNPF, v. 1. p. 178-182. 1997.

FORD, E. D. The dynamics of plantation growth. In: BOWEN, G. D. e NAMBIAR, E. K. S. **Nutrition of plantation forests**. London, Academic, 1984. p. 2-52.

FLAMPTON Jr., L. J.; FOSTER, G. S. Field testing vegetative propagules. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. (Eds.) **Clonal forestry I, genetics and biotechnology**. Springer: Verlag Berlin Heidelberg, 1993. p. 110-134.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte, PRODEPEF, 1975. 65 P.

HARTMAN, N. T.; et al. **Plant propagation: principles and practices**. 5th. ed. Englewood cliffs. Prentice-hal, 1990. 647p.

KOZLOWSKI, T. T.; et al. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego, Academic Press, 1991. 657 p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin, Springer-Verlag, 1980. 303 p.

MARTINS, F.C.G.; IKEMORI, Y.K. Produção de híbridos de eucalipto na Aracruz. In: REUNIÃO SOBRE TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS, Piracicaba, **IPEF**, 1987. p.48-62.

MARTINS, S. V.; et al. Classificação ecológica do Estado do Espírito Santo baseada em condições climáticas. **Revista Árvore**, 16: 272-286. 1992.

MESKIMEN, G.; FRANKIN, E.C. Spacing *Eucalyptus grandis* in Southern Florida. **Southern journal of applied forestry**, Washington, v. 1, n. 1, p. 3-6, 1978.

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. A cultura do Eucalipto no Brasil. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Silvicultura**, 112p.,2000

ODA, S.; MELLO, E.J.; SILVA, J.F.; SOUZA, I.C.G. Melhoramento florestal. In: BORÉM, A(ed.).**Biotecnologia Florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, cap. 6, p.123-142, 2007

OLIVEIRA, P. H.; ESTEFANEL, V. Tamanho e forma ótimos da parcela para avaliação do rendimento em experimentos com batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p.205-208, 1995.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. Propagação vegetativa de espécies florestais. **IPEF**, Viçosa: UFV, v. 322, 40p, 1995

PATIÑO-VALERA, F. **Variação genética em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com espaçamento**. 1986.192 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PONCER, R. M. Produção de madeira de qualidade para processamento mecânico. **Silvicultura**, São Paulo, v. 9, n. 34, p. 9-15, 1983.

PERRY, D. A. The competition process in forest stands. In: CANNELL, M. G. R. e JACKSON, J. E. **Attributes of trees as crop plants**. Huntingdon, Institute of Terrestrial Ecology, p. 481-506, 1985

RADOSEVICH, S. R.; OSTERYOUNG, K. Principles governing plant-environment interactions. In: WALSTAD, J. D. e KUCH, P. J. **Forest vegetation management for conifer production**. New York, John Wiley, p. 105-156, 1987.

REIS, G. G. R.; REIS, M. G. F.; LELLES, P. S.; NEVES, J. C.; GARCIA, N. C. P. Efeito de macronutrientes no crescimento de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem) sob diferentes níveis de sombreamento – **Relatório Preliminar**. Viçosa, UFV, 1993

REIS, G. G. R.; REIS, M. G. F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: SIF - SOCIEDADE DE INVESTIGAÇÕES FLORESTAIS. **Anais do I simpósio brasileiro de pesquisa florestal**. Belo Horizonte, MG. 1993. p. 161-172.

REZENDE, G.D.S.P.; BERTOLUCCI, L.G.; RAMALHO, M. A. P. Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de Eucaliptos avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. **Revista Cerne**, v1, n. 1, p. 45-50, 1994.

RESENDE, M. D. V. **Software Selegen-REML/BLUP**. Colombo-PR: EMBRAPA/ CNPF, 67p (Embrapa Florestas, Documento 77), 2002.

SANTOS, A. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. **Embrapa**. Colombo, Junho, 2001

SCOLFORO, J. R. S. Manejo florestal. **Universidade Federal de Lavras/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão**. Lavras, 433 p, 1997

SCHULTZ, J. P. **Curso de Silvicultura I**. Merida: Universidade de Los Andes, Centro de Estudios de Posgrado, 29p., 1969

SILVA, J. C. **Espaçamentos em povoamentos florestais: efeitos na produtividade, qualidade e na economicidade**. Piracicaba, ESALQ/DS, 1984, 39p. (não publicado)

SILVA, C. R. **Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e uniformidade de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do Estado de São Paulo**. 2005. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SILVA, J. C. Cresce presença do eucalipto no Brasil. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 92, p. 61-66, out. 2005

SILVA, R. L. **Influência do tamanho da parcela experimental em teste clonais de Eucalipto**. 2001. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

SIMÕES, J. W. **Curso de manejo florestal: Modulo 2**. In: Curso de Especialização por Tutoria a Distância. Ministério da Educação / Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Brasília, 1988.

STAPE, J. L. **Utilização de delineamento sistemático tipo leque no estudo de espaçamentos florestais.** 1995. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal)-Escola Superior de Agricultura ‘ Luiz de Queiroz.’ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

TAPPEINER II, J. C.; WAGNER, R. G. **Principles of silvicultural prescriptions for vegetation management.** In: WALSTAD, J. D. e KUCH, P.J. Forest vegetation management for conifer product. New York, John Wiley, p. 399-429, 1987

VALERA, F. P. Interação genótipo x espaçamento em progênies de *Eucalyptus saligna smith*. **IPEF**, n.39, p.5-16, ago.1988.

VALLEJO, R. L.; MENDOZA, H.A. Plot technique studies on sweetpotato yield trials. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v. 117, n. 3, p. 508-511, 1992.

VIANA, A. E. S. **Estimativa do tamanho de parcela e característica do material de plantio em experimentos com (*Manihot esculenta Crantz*).** 1999. 132 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – UFV, Viçosa, MG.

VIEIRA, J. D. **O potencial da micropropagação de *Eucalyptus* spp. na implantação de florestas e no melhoramento genético.** Piracicaba, SP: ESALQUE/USP, 1996. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

XAVIER, A. Silvicultura clonal em *Eucalyptus*. **Revista Madeira**, 2003. p. 46-53. (edição especial).

XAVIER, A.; COMÉRCIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n. 1, p. 9-16, 1996.

XAVIER A., WENDLING I.; SILVA. R. L. 2009. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas.** Viçosa, MG: ed. UFV. 272 p.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomia Costarricense**, v 34, p. 93-98, 0377-9424, 2010.